

Dentina radicular submetida à limpeza final com XP-
Endo Finisher, Irrigação Ultrassônica Passiva e K-file:
Estudo *ex vivo*

Sângela Maria da Silva Pereira

2017

SÂNGELA MARIA DA SILVA PEREIRA

Dentina radicular submetida à limpeza final com XP-Endo Finisher,
Irrigação Ultrassônica Passiva e K-file: Estudo *ex vivo*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
graduação em Odontologia da Universidade
CEUMA para obtenção do título de Mestre em
Odontologia

Área de concentração: Odontologia Integrada

Orientador: Etevaldo Matos Maia Filho

Co-orientadora: Ceci Nunes Carvalho

SÃO LUÍS

2017

Nome: Sângela Maria da Silva Pereira

Título: Dentina radicular submetida à limpeza final com XP-Endo Finisher, Irrigação Ultrassônica Passiva e K-file: Estudo *ex vivo*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade CEUMA para obtenção do título de Mestre em Odontologia

Aprovada em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Etevaldo Matos Maia Filho

Universidade CEUMA

Assinatura: _____

Prof. Dr. Rudys Rodolfo de Jesus Tavares

Universidade CEUMA

Assinatura: _____

Prof. Dr. Tarcisio Jorge Leitão de Oliveira

Universidade Federal do Maranhão

Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Manoel da Silva Pereira** e **Joelma Felix da Silva**, pessoas mais importantes da minha vida, por serem pais exemplares, pela dedicação e amor e, por apoiaram e investirem nos meus sonhos.

As minhas irmãs, **Cinthya** e **Sâmia**, minhas companheiras de vida, que apesar da distância sempre me apoiaram e incentivaram os meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Todas as coisas começam nele e nele encontram seu propósito. Agradeço a ELE, o Autor da Vida, que me mostrou que o propósito da minha vida vai além das realizações pessoais. A **Deus**, toda glória por essa conquista e gratidão pelas pessoas que colocou em meu caminho.

Ao meu orientador Professor Doutor **Etevaldo Matos Maia Filho**, por ser o idealizador deste trabalho, por acreditar no meu potencial e me motivar a fazer mais e melhor. Agradeço pela disponibilidade em ajudar e corrigir sempre que necessário, acredito que cada correção contribuiu de forma significativa para meu crescimento durante este período. Obrigada pela oportunidade de ter saído das paredes da nossa instituição e ter tido contato com professores e laboratórios de instituições renomadas de outros estados. Agradeço também pelas atividades extras a mim confiadas, por mais simples que tenham sido foram oportunidades de rico aprendizado. Expresso também minha gratidão a sua esposa, professora **Claudia Rizzi**, pelas conversas motivadoras, por ter contribuído com este trabalho e minha formação profissional e pessoal e por terem disponibilizado o consultório de vocês para a execução desta pesquisa.

À minha co-orientadora professora Doutora **Ceci Nunes Carvalho**, que sempre esteve disposta a me ajudar, obrigada por todo o

conhecimento transmitido durante o curso e por ter contribuído de forma significativa para a execução desta pesquisa.

A todos os **professores** do Mestrado em Odontologia Integrada da Universidade CEUMA, de forma singular cada um contribuiu para minha formação profissional, obrigada pelo conhecimento transmitido, pelas críticas construtivas a cada trabalho executado, que mesmo sendo tão temidas pelos alunos são de imensa importância para o aperfeiçoamento profissional. Obrigada pela motivação a cada módulo, pelo estímulo para ser melhor, a refazer sempre que necessário e não ter medo de tentar outra vez. Minha gratidão aos funcionários deste programa, em especial a **Erymônica** e **Francenilde** que sempre foram disponíveis em auxiliar nos muitos pedidos que fazia, obrigada por todas as documentações impressas, pelos risos compartilhados e pela motivação durante este processo.

Aos professores **Paulo Nelson Filho, Marília, Regina e Juliana** do programa de pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto-FORP, pela agradável recepção durante a atividade de pesquisa desenvolvida na FORP, por todo o conhecimento compartilhado, pela revisão desta pesquisa e por terem me dado o privilégio de aprender e conhecer os trabalhos desenvolvidos na referida instituição.

À técnica do laboratório de Microscopia eletrônica de varredura da UNESP em Jaboticabal, **Claudinha**, pelo auxílio durante a etapa de análise das amostras desta pesquisa.

À professora Doutora **Irene Pina-Vaz** e doutoranda **Gabriela Lacet**, pelo enriquecedor estágio desenvolvido na Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto. Obrigada pela aceitação do meu processo de estágio, pelas atividades que pude desenvolver durante a estadia em Portugal e por todo conhecimento compartilhado. A querida Gabriela, pela motivação durante a minha estadia em outro País, sou grata por todas as nossas conversas durante o trajeto à cidade de Braga, mais do que aprender a realizar uma pesquisa em ambiente hospitalar, pude aprender lições de vida.

Ao departamento de relações internacionais da Universidade CEUMA, na pessoa do professor **Eduardo Martins**, e ao **Santander Universidades**, pela concessão da bolsa de estágio internacional pelo programa Fórmula Santander.

Aos professores e alunos da Graduação em Odontologia do CEUMA pelo conhecimento compartilhado durante o estágio na clínica escola.

Aos colegas do curso de mestrado, **Ana Carolina, Alberto, Luanda, Patricia, Olinto e Stephanye**, que sempre estiveram dispostos a me

ajudar, foram companheiros em busca de um objetivo comum, e se tornaram amigos para a vida.

Aos **professores** e **amigos** da Faculdade Integral Diferencial – Facid Devry de Teresina- Piauí, que me ajudaram a dar os primeiros passos em direção a esta conquista. Em especial as professoras **Lara** e **Conceição** e ao professor **Fausto**, que me apoiaram e instruíram para a participação da seleção do mestrado, e a minha querida dupla **Raylla**, irmã que a graduação me trouxe.

À minha amiga, **Dulcy Costa**, pelo convívio diário e alegre, por toda a ajuda prestada até mesmo quando eu não solicitava. Obrigada por ser uma companheira de fé, lutas e vitória.

Ao **Italo Miqueias**, namorado e amigo, pessoa com quem compartilhei momentos de alegria, trabalho e de amor. Obrigada por acreditar em mim e me motivar a conquistar meus sonhos, mesmo que para isso eu tenha me ausentado por um longo período. A sua compreensão e força foram essenciais durante este processo.

À minha amiga, **Tuany**, que me motivou a participar do processo de seleção do mestrado e junto com seus irmãos, **Natany e Diego**, abriram as portas da sua casa quando cheguei a São Luís. Obrigada por terem sido minha família nesta cidade

Aos amigos que ganhei em São Luís que se tornaram irmãos de caminhada: **Rômulo, Daniela, Valentina, Talys, Filipe, Thainá, Fabiano, Mayanna, Raylanne, Amanda, João Victor, Andreia e Lucas, Mateus, Jessflan e Julio.**

As minhas irmãs do coração: **Bruna, Glawmênya, Izadora e Jannayne**, minhas companheiras, motivadoras e amigas mais presentes mesmo distantes fisicamente.

Aos meus avós e familiares, pela companhia, amizade, torcida e abraços amorosos.

Aos anônimos quem em silêncio oraram por mim e de forma singular contribuíram para essa conquista.

A persistência é o caminho do êxito.

(Charles Chaplin)

PEREIRA, SMS. Dentina radicular submetida à limpeza final com XP-Endo Finisher, Irrigação Ultrassônica Passiva e K-file: Estudo *ex vivo* [dissertação]. São Luís. Universidade CEUMA, 2017.

RESUMO

Introdução: O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do XP-Endo Finisher na remoção de smear layer em canais radiculares comparando diferentes protocolos de irrigação. **Materiais e Métodos:** Setenta e dois dentes unirradiculares humanos foram instrumentados e divididos aleatoriamente em 6 grupos (n=12). Para o grupo controle não foi efetuado nenhum procedimento de irrigação final, sendo os espécimes apenas instrumentados e secos. Os demais grupos foram submetidos à irrigação final variando o irrigante (EDTA a 17% ou água destilada - AD) e a técnica de ativação do irrigante (Agitação manual com Lima-Lima, Irrigação Ultrassônica Passiva-IUP ou XP-Endo Finisher), formando os seguintes grupos experimentais: Edta/Lima, Edta/XP, Edta/IUP, AD/XP e AD/IUP. Foram atribuídos scores da qualidade de remoção da smear layer nos terços apical, médio e cervical utilizando imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os dados foram analisados empregando os testes de Kruskal-Wallis, seguido de comparações dois a dois pelo teste de Dunn ($\alpha=5\%$). **Resultados:** Os grupos que empregaram EDTA revelaram os menores scores

nos três terços avaliados ($p < 0,05$), não sendo possível evidenciar diferença significativa entre eles ($p > 0,05$). **Conclusão:** A utilização do instrumento XP-Endo Finisher não foi capaz de aumentar a eficiência do EDTA na remoção de smear layer em canais radiculares retos em comparação com a agitação com Lima e IUP.

Palavras-chaves: Irrigação de canais radiculares; XP endo finisher; Smear layer.

PEREIRA, SMS. Root canal centin subject to final cleaning with XP-Endo Finisher, Irrigation ultrasonic passive and K-File: Study ex vivo. [dissertation]. São Luís. Universidade CEUMA, 2017.

ABSTRACT

Introduction: The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of XP-Endo Finisher (XP) in the removal of smear layer in root canals, comparing different irrigation protocols. **Material and Methods:** Seventy-two one-rooted human teeth were instrumented and randomly divided into 6 groups (n = 12). For the control group no final irrigation procedure was performed, and the specimens were only instrumented and dried. The others groups were submitted to different final irrigation protocols varying the irrigant (EDTA and distilled water - DW) and the form of activation of the irrigant solution (Manual agitation with File - File, passive ultrasonic irrigation - PUI and XP Endo Finisher - XP), forming the following experimental: Edta/File, Edta/PUI, Edta/XP, DW/PUI and DW/XP. Smear layer removal quality scores were assessed in the apical, middle and cervical thirds using images obtained through scanning electron microscopy (SEM). Data were analyzed using the Kruskal-Wallis tests, followed by Dunn's multiple comparison test ($\alpha = 5\%$). **Results:** The EDTA groups revealed the lowest scores in the three thirds evaluated ($p < 0.05$), and it was not possible to show a significant difference between them ($p > 0.05$).

Conclusion: The use of the XP-Endo Finisher file was not able to increase the efficiency of the EDTA in the removal of smear layer in root canals in comparison with manual agitation with file and IUP

Key-words: Root canal irrigants; XP endo finisher; Smear layer.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Disco diamantado dupla face.

Figura 2 – Padronização do comprimento das raízes em 13mm.

Figura 3 – Sulcos longitudinais nas faces mesial e distal da raiz

Figura 4 – Selamento do ápice radicular com cera utilidade

Figura 5 – Mufla metálica (A): Partes da Mufla separadas. (B) Mufla fechada pelos parafusos. (C): Vista Lateral. (D): Vista superior

Figura 6 – Motor VDM Reciproc

Figura 7 – Lima WaveOne acoplada a um contra-ângulo.

Figura 8 – Preparo químico-mecânico realizado com contra-ângulo.

Figura 9 – Lima manual tipo K-File para agitação da solução.

Figura 10 – (A): Aparelho EMS PM100. (B): IrriSafe™ 21 mm. (C): Inseto adaptado no aparelho. (D) Inseto introduzido no canal para agitação da solução.

Figura 11 – XP Endofinisher acoplado a contra-ângulo

Figura 12 – (A) XP inserido no canal. (B) XP Endofinisher

Figura 13 – Ponta Capillary Tips

Figura 14 – Cinzel e martelo para clivagem

Figura 15 – Espécimes fixados em Stubs metálicos e revestidos de ouro.

Figura 16 – Imagens representativas dos escores de remoção de *smear layer*: (0) Superfície livre; (1) Parcialmente coberta; (2) Totalmente coberta;

SUMÁRIO

1	Artigo científico em Português	17
2	Metodologia detalhada	38
3	Artigo científico em Inglês	54
4	Normas da revista	74
Anexos		
	Anexo 1: Parecer consubstanciado do CEP	87
	Anexo 2: Termo de doação de dentes	90
	Anexo 3: Certificado de tradução do artigo	91

CAPÍTULO 1

DENTINA RADICULAR SUBMETIDA À LIMPEZA FINAL COM XP-
ENDO FINISHER, IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA E K-
FILE: ESTUDO EX VIVO

RESUMO

Introdução: O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do XP-Endo Finisher na remoção de smear layer em canais radiculares comparando diferentes protocolos de irrigação. **Materiais e Métodos:** Setenta e dois dentes unirradiculares humanos foram instrumentados e divididos aleatoriamente em 6 grupos (n=12). Para o grupo controle não foi efetuado nenhum procedimento de irrigação final, sendo os espécimes apenas instrumentados e secos. Os demais grupos foram submetidos à irrigação final variando o irrigante (EDTA a 17% ou água destilada - AD) e a técnica de ativação do irrigante (Agitação manual com Lima-Lima, Irrigação Ultrassônica Passiva-IUP ou XP-Endo Finisher), formando os seguintes grupos experimentais: Edta/Lima, Edta/XP, Edta/IUP, AD/XP e AD/IUP. Foram atribuídos scores da qualidade de remoção da smear layer nos terços apical, médio e cervical utilizando imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os dados foram analisados empregando os testes de Kruskal-Wallis, seguido de comparações dois a dois pelo teste de Dunn ($\alpha=5\%$). **Resultados:** Os grupos que empregaram EDTA revelaram os menores scores

nos três terços avaliados ($p < 0,05$), não sendo possível evidenciar diferença significativa entre eles ($p > 0,05$). **Conclusão:** A utilização do instrumento XP-Endo Finisher não foi capaz de aumentar a eficiência do EDTA na remoção de smear layer em canais radiculares retos em comparação com a agitação com Lima e IUP.

Introdução

A limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares são os principais componentes para o sucesso do tratamento endodôntico (1). A limpeza é diretamente influenciada pela remoção adequada da smear layer, e para que seja garantida em áreas que não foram tratadas pela instrumentação mecânica a irrigação torna-se fundamental para o sucesso do tratamento (2). Para uma ação eficaz, as soluções irrigadoras devem ter contato direto com toda a parede do canal radicular (3). No método de irrigação convencional, com seringa e agulha, a troca de fluidos se estende apenas entre 0 a 1,1 mm além da ponta da agulha (4). Este método é insuficiente para a limpeza completa do sistema de canais radiculares (canais laterais, istmos e canais acessórios), e, além disso, o ar aprisionado no terço apical pode dificultar a ação do irrigante e afetar sua eficácia no desbridamento (5, 6).

Para superar as limitações da irrigação convencional e potencializar o efeito da ação química das soluções irrigadoras, diferentes técnicas e dispositivos têm sido propostos. Entre elas, a

agitação de irrigantes por meio de limas endodônticas, dispositivos sônicos ou ultrassônicos têm sido associadas à melhoria na limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares (1, 7, 8). Há evidências que a agitação por meio de limas endodônticas pode ser efetiva, no entanto, apresenta um risco ligeiramente aumentado de extrusão apical e de corte da dentina radicular pelo uso das limas (9). A irrigação ultrassônica passiva (IUP) consiste na ativação do irrigante utilizando instrumentos de fino calibre com oscilação ultrassônica após a instrumentação do canal radicular (10, 11). Em geral, a IUP tem sido considerada mais eficaz que a irrigação convencional e com agitação manual (1) no entanto, é limitada em canais com anatomias mais complexas, pois o contato físico direto do instrumento com as paredes do canal radicular reduz o fluxo acústico, reduzindo o potencial de limpeza da IUP (10, 12).

Recentemente, foi desenvolvido um novo instrumento rotatório de níquel-titânio produzido com uma liga Martensite-Austenite (Electropolish-FleX), altamente flexível, denominado XP-Endo Finisher (FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, Suíça). Quando resfriado, o instrumento é reto (fase Martensítica) e quando em contato com a temperatura corporal muda sua forma para a fase Austenítica, em que o instrumento expande nos últimos 10 mm, permitindo uma expansão de 6 mm de diâmetro ou 100 vezes ao de um instrumento de tamanho correspondente. Segundo o fabricante, essa característica ajuda a remover a smear layer presente no canal

radicular, mesmo em canais com morfologias extremamente complexas (13, 14).

Devido à escassez de trabalhos avaliando a eficácia do uso da XP-Endo Finisher (XP) quanto à remoção da smear layer, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia deste instrumento na remoção da smear layer em canais radiculares, comparando com protocolos de agitação do irrigante com Lima e IUP. A hipótese nula testada foi de que não haveria diferença na remoção da smear layer entre os diferentes protocolos testados.

Material e Método

Seleção dos espécimes e instrumentação

Após a aprovação do projeto de Pesquisa pelo Comitê de Ética (CAAE 57876616.1.0000.5084) foram selecionados 72 incisivos e caninos permanentes unirradiculares, inferiores e superiores, extraídos de humanos. Foi removido o material orgânico da superfície radicular com curetas. Os dentes foram armazenados em timol a 0,1%, a 4°C e, posteriormente, radiografados no sentido méso-distal. Foram excluídos aqueles que apresentavam reabsorção interna, raízes curvas, calcificação difusa ou localizada do canal radicular, tratamento endodôntico e comprimento radicular inferior a 13 mm.

Os dentes selecionados foram seccionados na junção amelocementária para remoção da coroa dental, deixando os espécimes com comprimento médio de 13 mm. Foram confeccionados sulcos longitudinais de orientação na superfície radicular externa com disco diamantado (Vortex, São Paulo, SP, Brasil), para facilitar a posterior clivagem das raízes. O ápice radicular foi selado com cera utilidade (NewWax, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), para impedir o extravasamento de solução irrigadora.

A seguir, os espécimes foram fixados com silicone de condensação denso (Clonage, DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e incluídos no centro de uma mufla metálica. O preparo dos canais radiculares foi realizado com instrumentos WaveOne (VDW, Munique, Alemanha), com seleção da lima de acordo com o diâmetro do canal radicular. Os instrumentos foram acionados em movimento recíprocante, empregando motor VDW Gold no modo Waveone All (VDW, Munique, Alemanha). O comprimento de trabalho foi estabelecido 1 mm aquém do forame apical. Os canais foram irrigados com 5 mL de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2,5% durante a instrumentação. A irrigação foi realizada 2 mm aquém do comprimento de trabalho (CT), usando agulha Navitip 30G com abertura lateral (Ultradent, South Jordan, UT, EUA) acoplada a seringa descartável do tipo luer lock, seguida por aspiração com cânulas de sucção.

Protocolos de ativação do irrigante

Após instrumentação e secagem dos canais radiculares com pontas de papel absorvente (WaveOne, Dentsply Maillefer), os dentes foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos experimentais e um controle (n=12 espécimes/grupo). Para o grupo controle não foi efetuado nenhum procedimento de irrigação final, sendo os espécimes apenas instrumentados e secos. Os demais grupos foram submetidos à irrigação final variando o irrigante (EDTA a 17% ou água destilada - AD) e a técnica de ativação do irrigante (Agitação manual com Lima, IUP ou XP).

- *Edta/Lima*: As soluções foram levadas ao canal radicular com auxílio de agulha de irrigação Navitips 30G, situada 1 mm aquém do CT. A agitação com lima manual foi realizada com instrumento tipo K-File #20 (Dentsply, Maillefer, Bellaigues, Suíça) durante 3 min, com movimentos para cima e para baixo, evitando tocar nas paredes do canal radicular. Os canais radiculares foram irrigados com 2,5 mL da solução EDTA antes e após agitação com o instrumento
- *Edta/IUP e AD/IUP*: Foi realizada com instrumento IrriSafe™ de 21 mm (IrriSafe™ #20, taper 00 - IrriSafe, Acteon, Merignac, França), acionado por uma unidade de ultrassom EMS PM100 (EMS Company, Nyon, Suíça). O instrumento foi introduzido 2 mm aquém do CT com movimentos para cima e para baixo, sem tocar nas paredes dentinárias, aplicado durante 20 s, com irrigante de

acordo com o grupo. A solução foi aspirada e o protocolo repetido por mais duas vezes, totalizando o uso de 5 mL da solução, durante um tempo de ativação de 60 s, dividido em três ciclos de 20 s.

- *Edta/XP e AD/XP*: O instrumento XP foi acoplado a uma peça de contra-ângulo (VDW GmbH) e resfriado (Endo-Frost; Roeko, Lanhenau, Alemanha), conforme recomendações do fabricante. O canal radicular foi preenchido com 1 mL do irrigante de acordo com o grupo e o XP foi inserido no canal radicular e ativado (800 rpm; torque de 1 Ncm), permanecendo ativado durante 60 s em movimentos longitudinais lentos e suaves, até o CT. Em seguida, o instrumento foi removido e o canal radicular irrigado com 4 mL da solução irrigadora.

Após realização dos protocolos de irrigação final, as soluções irrigantes foram aspiradas com auxílio das pontas Capillary tips (Ultradent São Paulo, Brasil) e os canais radiculares secos com ponta de papel absorvente. Posteriormente, os espécimes foram armazenados em tubos de Eppendorf.

SEM analysis

Os dentes foram submetidos à clivagem em duas secções, com auxílio de cinzel introduzido nos sulcos longitudinais realizados previamente (SS White Duflex, Rio de Janeiro, Brasil). Para cada amostra foi selecionada aleatoriamente uma secção e a outra foi descartada. Cada espécime foi metalizado com ouro (Desk II,

Denton Vacuum, Morrestawn, NJ, EUA) e avaliado em microscópio eletrônico de varredura (JSM5410, Jeol Ltd., Tóquio, Japão). Eletromicrografias representativas dos terços apical, médio e cervical de cada espécime foram realizadas com aumento de 1000x, para avaliação da smear layer.

As eletromicrografias foram analisadas por dois examinadores cegos, previamente calibrados e avaliados pelo teste Kappa intra e inter examinadores (grau de concordância foi adequado, variando de 0,679 a 1). A presença de smear layer foi avaliada de acordo com os scores preconizados por Da Silva et al. (2008) (15) e Nelson-Filho et al. (2009) (16): score 0 - superfície livre de detritos e aberturas dos túbulos dentinários totalmente expostas; score 1 - superfície radicular parcialmente coberta com detritos; e score 2 - superfície radicular totalmente coberta com detritos, sem abertura dos túbulos dentinários visíveis.

Análise Estatística

Os escores de remoção da smear layer, nos grupos experimentais, foram analisados em cada terço utilizando o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido de comparação dois a dois pelo teste de Dunn.

Os dados foram analisados por meio do programa estatístico SPSS 23.0 (IBM, Armonk, NY, EUA) considerando o $\alpha \leq 0.05$.

Resultados

Os resultados dos escores de smear layer dos diferentes grupos estão apresentados na Tabela 1.

A Figura 1 mostra os valores percentuais de cada score entre os grupos. A Figura 2 mostra eletromicrografias representativas de cada grupo, nos terços radiculares cervical, médio e apical.

Nas comparações entre os grupos experimentais, EDTA/File, EDTA/IUP e EDTA/XP revelaram escores significativamente menores do que os outros grupos ($p < 0.05$), em todos os terços avaliados, não havendo diferença significativa entre eles ($p > 0,05$). Os grupos que empregaram água destilada como irrigante não apresentaram diferença significativa, em comparação ao grupo controle em nenhum dos terços ($p > 0,05$).

Discussão

Neste estudo, a eficácia do XP-Endo Finisher na remoção da camada de smear layer em canais radiculares após preparo biomecânico foi comparada com diferentes protocolos de irrigação por meio de MEV. A MEV é uma valiosa ferramenta para avaliar a limpeza das paredes do canal radicular, pois permite a avaliação com base em um sistema de scores de avaliação numérica da camada de smear layer (17, 18).

O irrigante mais utilizado na Endodontia, por seu efeito bactericida, é o hipoclorito de sódio (NaOCl), no entanto, se mostra inefetivo na remoção da camada de smear layer (19). Sendo assim, o EDTA tem sido recomendado para remover esta camada e tem sido objeto de diferentes estudos para avaliar a eficiência de diferentes concentrações e métodos de agitação (1, 2). Geralmente, o EDTA é considerado como uma solução eficaz na remoção da smear layer, em comparação com outras substâncias, na irrigação final (20-22).

Atualmente, o uso do instrumento XP é uma das alternativas para potencializar o efeito de soluções irrigantes, principalmente para irrigação final. O instrumento XP tem se mostrado mais eficiente que a agitação manual com lima convencional (13) e com emprego da IUP (23) na remoção da camada de smear layer. No entanto, neste não foi constatada nenhuma diferença entre Lima, IUP e XP para agitação do EDTA. A divergência entre os resultados pode ser explicada pelas diferenças metodológicas. Elnaghy et al. (2017) obtiveram significativamente melhores resultados na remoção da smear layer em canais radiculares curvos com o uso do EDTA ativado por XP em comparação com agitação manual com Lima, ambos utilizados durante 60 s, porém os autores não padronizaram o volume de solução utilizado. Neste, o uso da agitação manual e XP produziram resultados semelhantes na remoção da smear layer em canais retos, com o EDTA agitado com lima por 3 minutos, como preconizado por Yamashita et al. (2003), e uso da XP por 1 minuto,

como preconizado pelo fabricante. Além disso, o volume da solução irrigadora foi padronizado (5 mL), pois já foi demonstrado que a quantidade de irrigante e o uso de um agente quelante são mais importantes para a remoção da smear layer que o desenho do instrumento utilizado para ativar o irrigante (25).

Sanabria-Liviac et al. (2017) utilizaram um protocolo que alternou solução irrigadora e modo de ativação: 2 mL de NaOCl, 2 mL de DW e 2 mL de EDTA, ativadas por 60 s utilizando IUP e XP, totalizando 3 minutos de ativação para cada método. No presente estudo, a IUP foi realizada por 60 s (3 períodos de 20 s), com renovação da solução EDTA entre as ativações, protocolo preconizado por produzir um efeito cumulativo na eliminação da smear layer (26).

A remoção da smear layer por meio da IUP se deve ao impacto de onda produzido contra as paredes do canal radicular, resultado da energia de um instrumento livremente oscilante que é transmitida ao irrigante no interior do canal radicular. Esta energia resulta em fluxo acústico, alteração da pressão hidrostática, bem como produção de bolhas que explodem e aumentam a temperatura e a pressão (27). Estudos alegaram que o contato físico direto do instrumento com as paredes do canal radicular reduz o fluxo acústico diminuindo, assim, os efeitos da IUP (10, 12). Desta forma, os curtos períodos de ativação são importantes para o sucesso no uso da IUP, pois facilitam a manutenção da ponta de ultrassom no centro do canal, impedindo seu contato com a parede dentinária, o

que justifica a escolha do protocolo da IUP utilizado no presente trabalho.

Os resultados deste estudo estão de acordo com estudos anteriores (5, 28), que demonstraram que o protocolo mais eficaz para a eliminação da smear layer pode estar relacionado ao uso da irrigação final com solução de EDTA. Sem o uso do EDTA, verificou-se que a smear layer cobria a superfície do canal radicular nos terços apical, médio e cervical, independentemente do uso de métodos de ativação. De forma semelhante, Sanabria-Liviac et al. (2017) não obtiveram remoção da camada de smear layer nos grupos que utilizaram IUP e XP sem o EDTA, demonstrando que a irrigação somente com NaOCl ou água destilada não foram eficazes na remoção da smear layer de canais radiculares.

O XP se mostrou um eficiente instrumento para agitação de soluções irrigadoras, o que pode ser justificado por ser um instrumento de pequeno diâmetro (ISO 25, taper zero) fabricado com um liga altamente flexível de níquel-titânio, que mantém a resistência à fadiga cíclica e raspa as paredes do canal radicular sem modificá-las. Além disso, a turbulência que é provocada no irrigante resulta em uma grande área de superfície do canal sendo tocado pela solução irrigadora, o que segundo o fabricante potencializa a limpeza dos canais radiculares (29). Neste estudo foram utilizados canais retos, onde a XP apresentou resultados semelhantes à IUP e agitação manual com lima para remoção da smear layer. No entanto, outros trabalhos tem demonstrado que a XP apresenta resultados

significativos em canais com anatomias mais complexas como coadjuvante na remoção de materiais obturadores (30), e tem sido associado a níveis mais baixos de detritos acumulados em comparação com a irrigação convencional (14).

Em conclusão, a utilização do instrumento XP-Endo Finisher não foi capaz de aumentar a eficiência do EDTA na remoção de smear layer em canais radiculares retos, quando comparada aos protocolos com IUP e agitação manual com Lima. Outras pesquisas que envolvam diferentes soluções, volumes, tempo de ativação e dentes com anatomias mais complexas são necessárias para avaliar a eficácia da XP para a remoção da camada de smear layer.

REFERÊNCIAS

1. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, et al. Irrigation in endodontics. *Dental clinics of North America* 2010;54(2):291-312.
2. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *Journal of endodontics* 1975;1(7):238-242.
3. Zehnder M. Root canal irrigants. *Journal of endodontics* 2006;32(5):389-398.
4. Munoz HR, Camacho-Cuadra K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *Journal of endodontics* 2012;38(4):445-448.
5. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, et al. Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *Journal of endodontics* 2013;39(11):1456-1460.
6. Tay FR, Gu LS, Schoeffel GJ, et al. Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *Journal of endodontics* 2010;36(4):745-750.
7. Khalap ND, Kokate S, Hegde V. Ultrasonic versus sonic activation of the final irrigant in root canals instrumented with rotary/reciprocating files: An in-vitro scanning electron microscopy analysis. *Journal of conservative dentistry : JCD* 2016;19(4):368-372.
8. Urban K, Donnermeyer D, Schafer E, et al. Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEM evaluation. *Clinical oral investigations* 2017.

9. Gulabivala K, Ng YL, Gilbertson M, et al. The fluid mechanics of root canal irrigation. *Physiological measurement* 2010;31(12):R49-84.
10. Ahmad M, Pitt Ford TJ, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *Journal of endodontics* 1987;13(10):490-499.
11. van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine debris from root canals in resin blocks during ultrasonic irrigation. *International endodontic journal* 2005;38(9):593-596.
12. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *Journal of endodontics* 1987;13(3):93-101.
13. Elnaghy AM, Mandorah A, Elsaka SE. Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontology* 2017;105(2):178-183.
14. Leoni GB, Versiani MA, Silva-Sousa YT, et al. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. *International endodontic journal* 2017;50(4):398-406.
15. da Silva LA, Sanguino AC, Rocha CT, et al. Scanning electron microscopic preliminary study of the efficacy of SmearClear and EDTA for smear layer removal after root canal instrumentation in permanent teeth. *Journal of endodontics* 2008;34(12):1541-1544.

16. Nelson-Filho P, Leite Gde A, Fernandes PM, et al. Efficacy of SmearClear and ethylenediaminetetraacetic acid for smear layer removal in primary teeth. *Journal of dentistry for children* 2009;76(1):74-77.
17. Kamel WH, Kataia EM. Comparison of the efficacy of Smear Clear with and without a canal brush in smear layer and debris removal from instrumented root canal using WaveOne versus ProTaper: a scanning electron microscopic study. *Journal of endodontics* 2014;40(3):446-450.
18. Yang G, Wu H, Zheng Y, et al. Scanning electron microscopic evaluation of debris and smear layer remaining following use of ProTaper and Hero Shaper instruments in combination with NaOCl and EDTA irrigation. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 2008;106(4):e63-71.
19. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, et al. A new solution for the removal of the smear layer. *Journal of endodontics* 2003;29(3):170-175.
20. da Costa Lima GA, Aguiar CM, Camara AC, et al. Comparison of smear layer removal using the Nd:YAG laser, ultrasound, ProTaper Universal system, and CanalBrush methods: an in vitro study. *Journal of endodontics* 2015;41(3):400-404.
21. Garip Y, Sazak H, Gunday M, et al. Evaluation of smear layer removal after use of a canal brush: an SEM study. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 2010;110(2):e62-66.
22. Rodig T, Dollmann S, Konietschke F, et al. Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. *Journal of endodontics* 2010;36(12):1983-1987.

23. Sanabria-Liviác D, Moldauer BI, Garcia-Godoy F, et al. Comparison of the XP-endo finisher File system and Passive Ultrasonic Irrigation (PUI) on smear layer removal after root canal instrumentation effectiveness of two Irrigation methods on smear Layer removal. *Journal of Dentistry and Oral Health* 2017;4:1-7.
24. Yamashita JC, Tanomaru Filho M, Leonardo MR, et al. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant. *International endodontic journal* 2003;36(6):391-394.
25. Chopra S, Murray PE, Namerow KN. A scanning electron microscopic evaluation of the effectiveness of the F-file versus ultrasonic activation of a K-file to remove smear layer. *Journal of endodontics* 2008;34(10):1243-1245.
26. van der Sluis LW, Vogels MP, Verhaagen B, et al. Study on the influence of refreshment/activation cycles and irrigants on mechanical cleaning efficiency during ultrasonic activation of the irrigant. *Journal of endodontics* 2010;36(4):737-740.
27. Castagna F, Rizzon P, da Rosa RA, et al. Effect of passive ultrasonic instrumentation as a final irrigation protocol on debris and smear layer removal--a SEM analysis. *Microscopy research and technique* 2013;76(5):496-502.
28. Khedmat S, Shokouhinejad N. Comparison of the efficacy of three chelating agents in smear layer removal. *Journal of endodontics* 2008;34(5):599-602.
29. FKG. XP-Endo Finisher Technical Guide. In: Switzerland: FKG, La Chaux-de-Fonds,. 2015.
30. Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JC, et al. Removal of Root Canal Fillings in Curved Canals Using Either Reciprocating Single- or Rotary Multi-

instrument Systems and a Supplementary Step with the XP-Endo Finisher.

Journal of endodontics 2016;42(7):1114-1119.

Tabela 1. Valores das medianas (Mean rank) dos escores dos grupos avaliados.

Terços	Grupos					
	Controle	Lima	EDTA IUP	XP	DW IUP	XP
Cervical	1.5 (44,25)	0 (25,92) ^a	0 (21,75) ^a	0 (29,25) ^a	2 (50,00) ^p	1.5 (44,25) ^p
Médio	1.5 (47,00)	0 (22,50) ^a	0 (24,25) ^a	0 (24,25) ^a	2 (51,10) ^p	2 (46,50) ^p
Apical	2 (49,58)	0 (18,38) ^a	0.5 (25,63) ^a	0 (23,83) ^a	2 (43,70) ^p	2 (53,25) ^p

Letras diferentes na horizontal=diferença estatística significativa (p<0.05).

* Diferença significativa com relação ao grupo controle (p<0.05).

Figura 1. Valores percentuais de cada escore nos grupos de acordo com os terços radiculares avaliados.

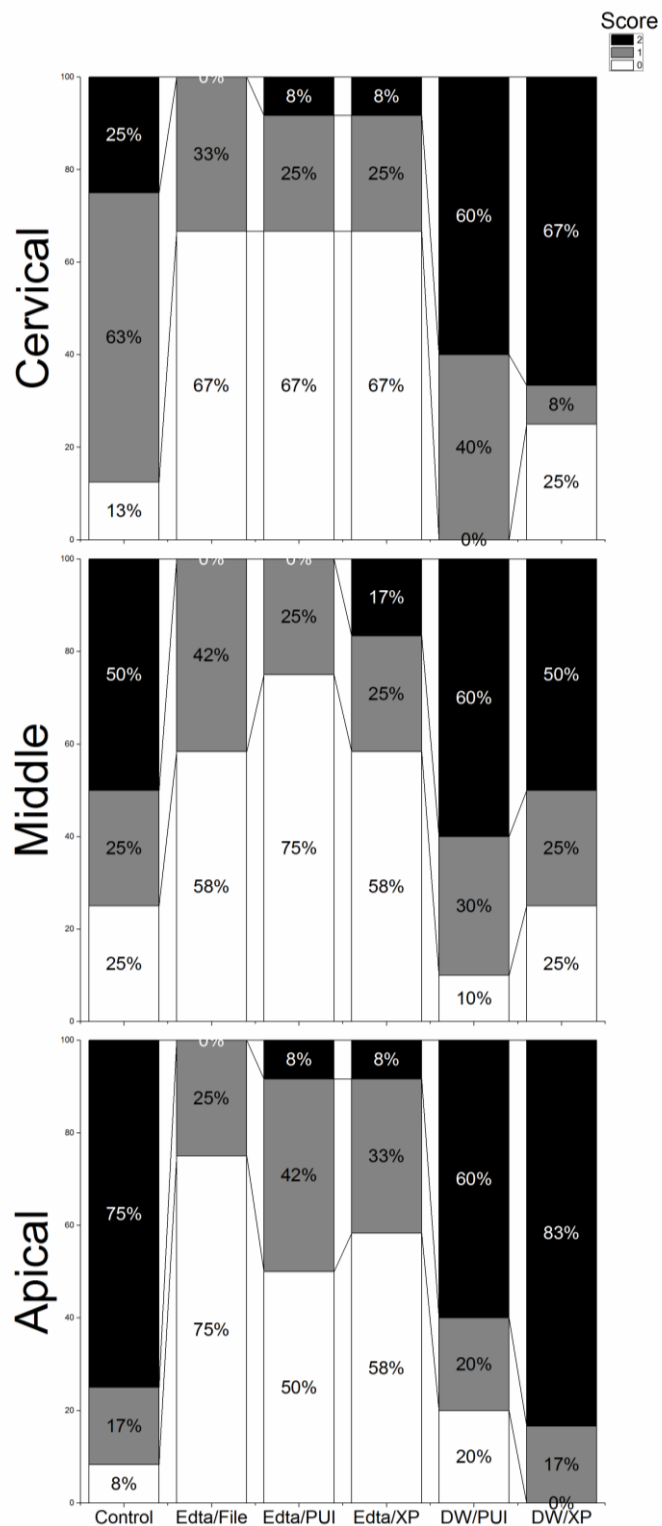
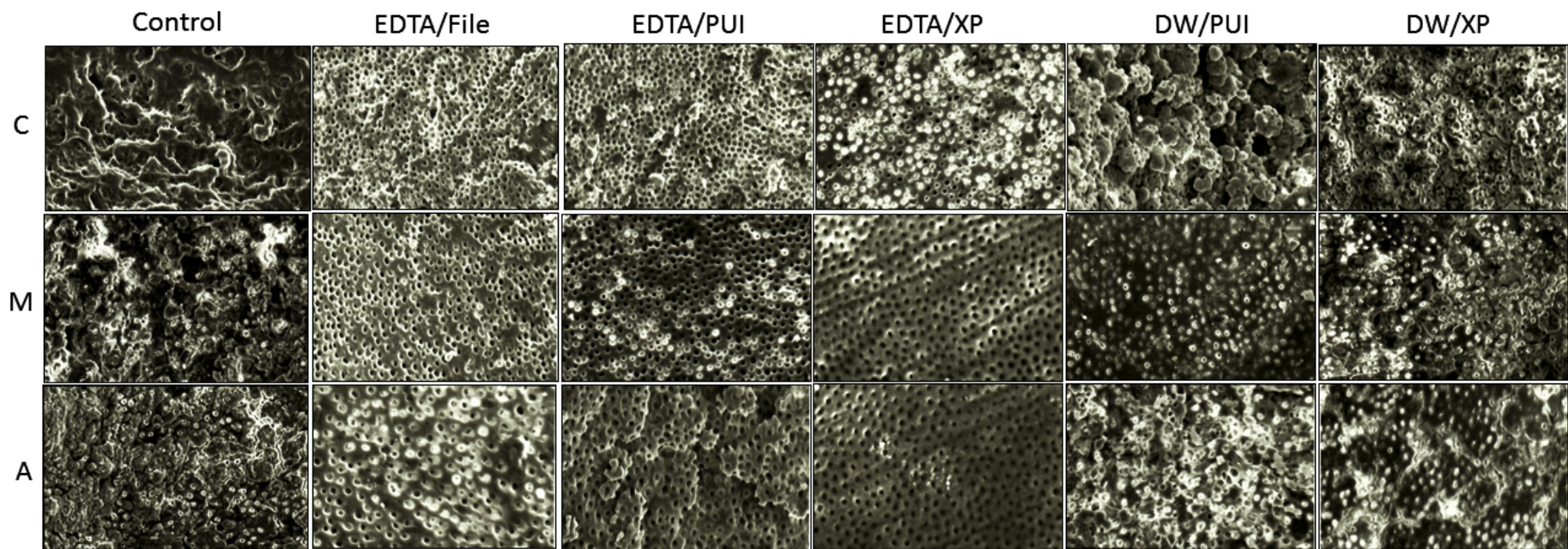


Figura 2. Eletromicrografias em 1000x representativas dos terços cervical (C), médio (M) e apical (A) que apresentam superfícies radiculares de amostras controles e tratadas por diferentes métodos de irrigação: Edta/Lima, Edta/IUP, Edta/XP, AD/IUP e AD/XP.



Metodologia detalhada

METODOLOGIA DETALHADA

Delineamento

Este estudo experimental e randomizado foi realizado *in vitro*, com mascaramento para os examinadores.

Considerações éticas

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade CEUMA sob CAAE 57876616.1.0000.5084 (Anexo 1) para a liberação dos dentes junto a uma clínica odontológica privada, sob assinatura do termo de doação de dentes (Anexo 2).

Foram utilizados incisivos e caninos humanos hígidos, provenientes de clínica odontológica privada, localizada na cidade de São Luís – MA, sob assinatura do termo de doação de dentes. Não foi necessário o termo de consentimento livre e esclarecido (TLCE), pois os dentes foram extraídos por motivo alheio ao presente estudo,

Local de realização da pesquisa

A etapa experimental foi desenvolvida no laboratório de Odontologia da Universidade Ceuma, São Luís – MA, e no centro de microscopia eletrônica de varredura da Universidade Estadual Paulista (UNESP) campus Jaboticabal – SP.

Cálculo amostral

Foi realizado o cálculo amostral levando em consideração um poder do teste Kruskal-Wallis de 90% para detectar um tamanho de efeito de 0,50, com um nível de significância de 0,05. Teve como resultado 72 amostras, (12 espécimes para cada grupo) (PASS 11. NCSS, LLC. Kaysville, Utah, EUA. www.ncss.com).

Seleção da amostra

Foram utilizados setenta e dois dentes permanentes humanos, incisivos e caninos, extraídos sob indicação ortodôntica ou por razões periodontais. Os dentes foram radiografados no sentido méso-distal e examinados para exclusão dos que constatassem reabsorção interna, má formação radicular, calcificação difusa ou localizada, tratamento endodôntico concluído ou em andamento e comprimento radicular inferior a 13 mm. Permaneceram no estudo os dentes livres de cárie, unirradiculares, com rizogênese completa, canal radicular intacto e que após a exploração manual dos canais não apresentaram qualquer obstrução.

Os dentes selecionados para o estudo tiveram as suas superfícies cuidadosamente enxaguadas com solução salina estéril e em seguida armazenados em frascos até o início da fase experimental.

Preparação dos dentes

Secção das coroas dentárias

Os dentes tiveram suas coroas seccionadas na junção esmalte-cimento com disco diamantado dupla face (Vortex, São Paulo, Brasil) acionado em baixa rotação por uma peça reta (Kavo, Joinville-SC, Brasil), deixando os espécimes com as raízes padronizadas a um comprimento médio de 13 mm estabelecido visualmente com régua plástica milimetrada (Angelus Indústria de produtos odontológicos S/A, Londrina-PR, Brasil) (Figuras 1 e 2).

Figura 1. Disco diamantado dupla face.



Figura 2. Padronização do comprimento das raízes em 13mm com auxílio de régua calibradora.



Confecção dos sulcos de orientação

Foram confeccionados dois sulcos longitudinais de orientação, com 1 mm de profundidade, na superfície radicular externa dos dentes, um por mesial e outro por distal, com auxílio de disco diamantado dupla face em baixa rotação, sem penetrar na luz do canal, para, posteriormente, permitir a clivagem das raízes no sentido longitudinal (Figura 3).

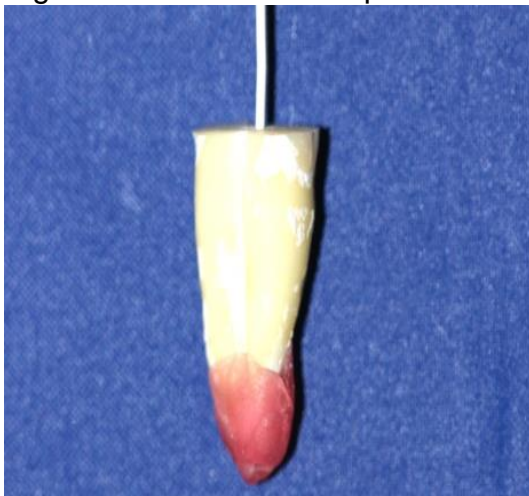
Figura 3. Sulcos longitudinais nas faces mesial e distal da raiz



Selamento do Ápice

No ápice radicular de cada amostra foi realizado o selamento com cera utilidade (Wilson, Polidental Indústria e Comércio Ltda, Cotia-SP, Brasil), para prevenção do extravasamento de material. Para evitar a intrusão de cera no dente foi colocado um cone de guta-percha (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça) calibrado no comprimento do dente, que foi removido após fixação da cera (Figura 4).

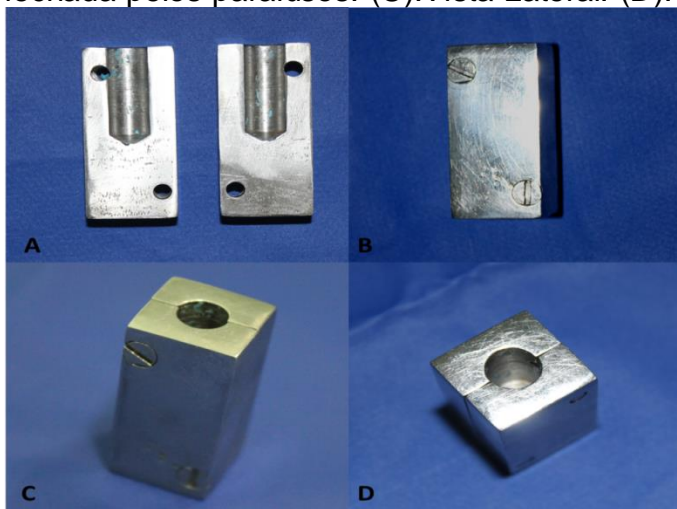
Figura 4. Selamento do ápice radicular com cera utilidade



Inclusão dos Espécime na Mufla

Na sequência cada uma das amostras foram fixadas com silicone de condensação denso (Clonage, DFL Rio de Janeiro-RJ, Brasil) e incluída no centro de uma mufla metálica quadrangular medindo 4,5 cm de altura, 2 cm de largura e 2,5 cm de profundidade, com o intuito de evitar extravasamento da solução irrigadora durante o preparo químico-mecânico, simulando um sistema fechado de irrigação. A remoção da amostra foi facilitada pela possibilidade de separação das partes da mufla. Durante o experimento ela permanecia unida por dois parafusos a fim de manter o conjunto estável (Figura 5)

Figura 5. Mufla metálica (A): Partes da Mufla separadas. (B) Mufla fechada pelos parafusos. (C): Vista Lateral. (D): Vista superior



Preparo Químico-mecânico

O preparo químico-mecânico (PQM) dos dentes foi realizado com instrumentos WaveOne (VDW, Munique, Alemanha) com seleção da lima de acordo com o diâmetro do canal radicular. Os instrumentos foram acionados em movimento recíprocante, empregando motor VDW Gold no modo Waveone All (VDW, Munique, Alemanha). O comprimento de trabalho foi estabelecido 1 mm aquém do forame apical. Os canais foram irrigados com 5 mL de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2,5% durante a instrumentação. A irrigação foi realizada 2 mm aquém do comprimento de trabalho (CT) usando agulhas Navitips 30G (Ultradent, South Jordan, UT, EUA) acoplada a seringa descartável do tipo *luer lock*, seguida por aspiração com cânulas de sucção (Figuras 6, 7, e 8).

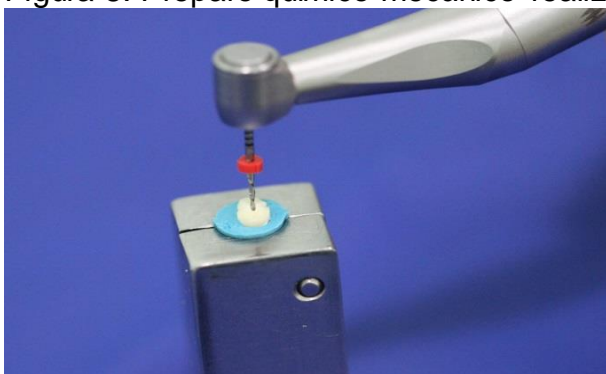
Figura 6. Motor VDM Reciproc



Figura 7. Lima WaveOne acoplada a um contra-ângulo VDW.



Figura 8. Preparo químico-mecânico realizado com contra-ângulo.



Protocolos de irrigação final

Após instrumentação e secagem dos canais radiculares com pontas de papel absorvente (WaveOne, Dentsply Maillefer), os dentes foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos experimentais e um controle (n=12 espécimes/grupo). Para o grupo controle não foi efetuado nenhum procedimento de irrigação final, sendo os espécimes apenas instrumentados e secos. Os demais grupos foram submetidos à irrigação final variando o irrigante (EDTA a 17% ou água destilada - DW) e a técnica de ativação do irrigante (Agitação manual com Lima, IUP ou XP).

- *Edta/Lima*: As soluções foram levadas ao canal radicular com auxílio de agulha de irrigação Navitips 30G, situada 1 mm aquém do CT. A agitação com lima manual foi realizada com instrumento tipo K-File #20 (Dentsply, Maillefer, Bellaigues, Suíça) durante 3 min, com movimentos para cima e para baixo, evitando tocar nas paredes do canal radicular. Os canais radiculares foram irrigados com 2,5 mL da solução EDTA antes e após agitação com o instrumento
- *Edta/IUP e AD/IUP*: Foi realizada com instrumento IrriSafe™ de 21 mm (IrriSafe™ #20, taper 00 - IrriSafe, Acteon, Merignac, França), acionado por uma unidade de ultrassom EMS PM100 (EMS Company, Nyon, Suíça). O instrumento foi introduzido 2 mm aquém do CT com movimentos para cima e para baixo, sem tocar nas paredes dentinárias, aplicado durante 20 s, com irrigante de

acordo com o grupo. A solução foi aspirada e o protocolo repetido por mais duas vezes, totalizando o uso de 5 mL da solução, durante um tempo de ativação de 60 s, dividido em três ciclos de 20 s.

- *Edta/XP e AD/AUP*: O instrumento XP foi acoplado a uma peça de contra-ângulo (VDW GmbH) e resfriado (Endo-Frost; Roeko, Lanhenau, Alemanha), conforme recomendações do fabricante. O canal radicular foi preenchido com 1 mL do irrigante de acordo com o grupo e o XP foi inserido no canal radicular e ativado (800 rpm; torque de 1 Ncm), permanecendo ativado durante 60 s em movimentos longitudinais lentos e suaves, até o CT. Em seguida, o instrumento foi removido e o canal radicular irrigado com 4 mL da solução irrigadora.

Após realização dos protocolos de irrigação final, as soluções irrigantes foram aspiradas com auxílio das pontas Capillary tips (Ultradent São Paulo, Brasil) e os canais radiculares secos com ponta de papel absorvente (Figura 13).

Figura 9. Lima manual tipo K-File para agitação da solução.

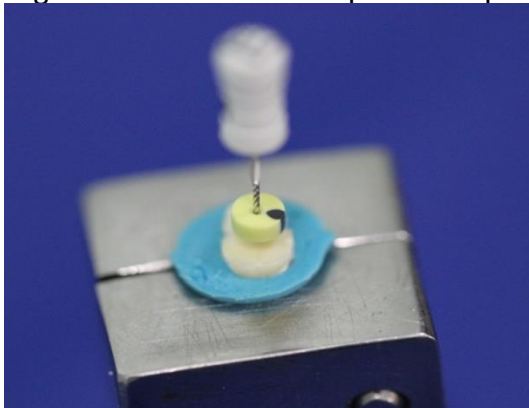


Figura 10. (A): Aparelho EMS PM100. (B): IriSafe™ 21 mm. (C): Inserto adaptado no aparelho. (D) Inserto introduzido no canal para agitação da solução.

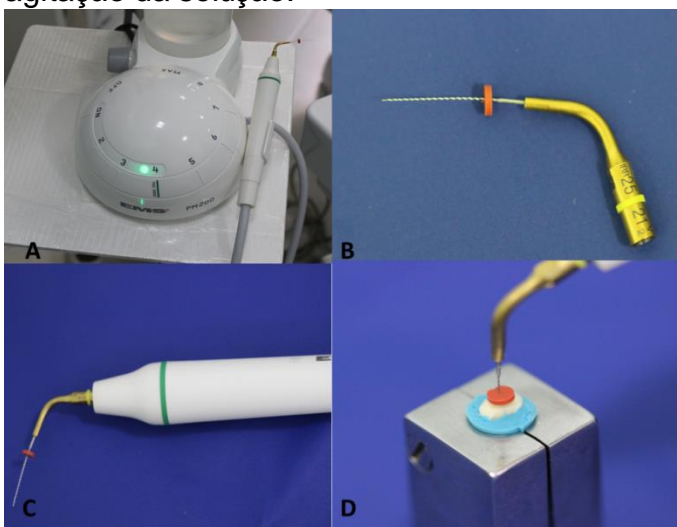
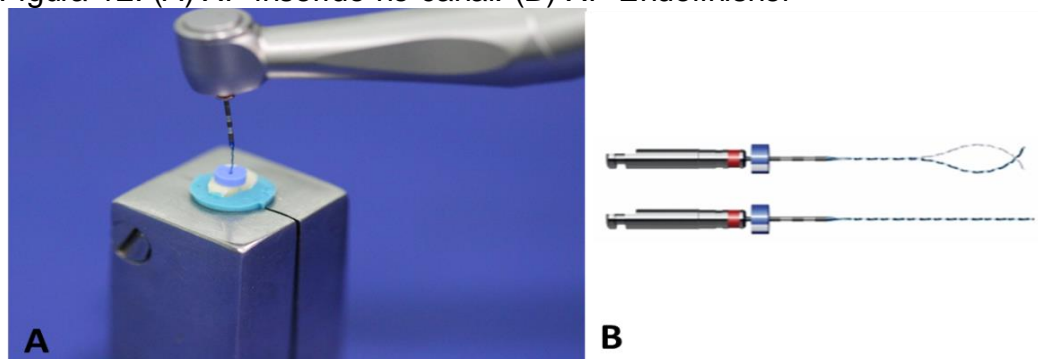


Figura 11. XP Endofinisher acoplado a contra-ângulo

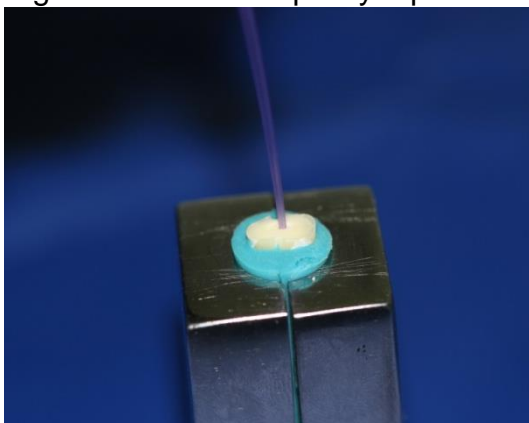


Figura 12: (A) XP inserido no canal. (B) XP Endofinisher



FONTE: B. FKG, 2015.

Figura 13. Ponta Capillary Tips



Posteriormente, foi realizado o selamento da entrada dos canais radiculares com algodão hidrófilo e os espécimes foram devidamente identificados, em recipiente plástico com gaze umedecida, a fim de evitar desidratação até os procedimentos de avaliação.

Clivagem dos dentes

Foi realizada a clivagem dos dentes em duas hemi-secções com auxílio de cinzel (SS White Duflex, Rio de Janeiro – RJ, Brasil) (Figura 14), introduzido em um dos sulcos longitudinais, de modo a deixar exposta toda à extensão do canal radicular. As hemi-secções foram armazenadas em frascos com umidade relativa devidamente identificados.

Figura 14. Cinzel e martelo para clivagem



Preparação para Microscopia Eletrônica de Varredura

Para a leitura em microscopia eletrônica de varredura (MEV), as amostras foram secas em estufas, fixadas em stubs metálicos e revestidas com uma camada de 20 nm de ouro. As leituras foram realizadas em Microscópio Eletrônico de Varredura JSM 5410, onde os espécimes foram analisados em vista panorâmica, seguida de ampliações de X350 e X1000 que foram utilizadas para visualizar a abertura dos túbulos dentinários nos terços apical, médio e cervical do canal radicular. Eletromicrografias de cada uma das áreas representativas da condição predominante em cada um dos terços foram tomadas. (Figura 15)

Figura 15. Espécimes fixados em Stubs metálicos e revestidos de ouro.



Critérios de Avaliação

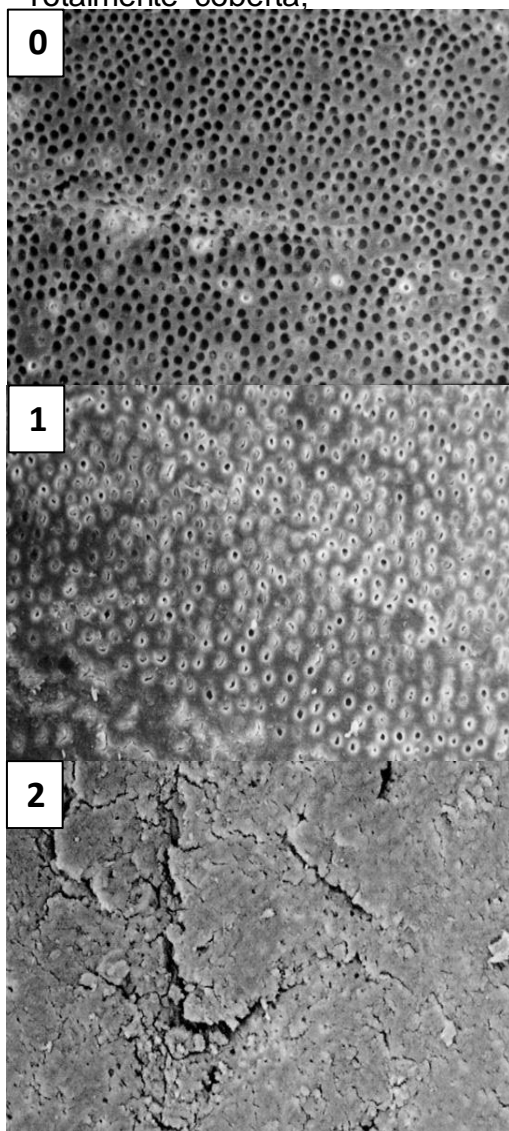
A quantidade de *smear layer* nos terços apical, médio e cervical foram avaliadas em cada eletromicrografia de acordo com um sistema de pontuação preconizado por Da Silva et al. (2008) e Paulo Nelson et al. (2009) indicando de melhor para pior limpeza do canal. (Figura 16)

0. Superfície livre de *smear layer* e aberturas dos túbulos dentinários totalmente expostas.
1. Superfície radicular parcialmente coberta com *smear layer*,
2. Superfície radicular totalmente coberta com *smear layer*, sem aberturas dos túbulos dentinários visíveis.

As avaliações foram realizadas por dois examinadores calibrados e mascarados para os grupos experimentais. A calibração foi feita através de nove imagens representativas dos escores, que não foram utilizadas na análise do estudo. Os examinadores receberam as imagens numeradas de 1 a 9 para avaliação, juntamente com uma folha anexa que também continha a numeração das imagens. As amostras foram avaliadas pelos dois avaliadores em dois períodos diferentes (T1 e T2), com intervalo de uma semana entre eles.

Após uma semana, cada avaliador recebeu 108 imagens, de um total de 216 equivalentes aos três terços das 72 amostras, junto com uma folha numerada onde preencheram com o score correspondente a cada imagem após sua avaliação.

Figura 16. Imagens representativas dos escores de remoção de *smear layer*: (0) Superfície livre; (1) Parcialmente coberta; (2) Totalmente coberta;



Fonte: Nelson-Filho (2009)

Análise dos dados

O teste Conhen's Kappa foi utilizado para avaliar o grau de concordância intra e Inter avaliadores com os valores padrão.

Os escores de remoção da *smear layer*, nos grupos experimentais, foram analisados em cada terço utilizando o teste

não-paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido de comparação dois a dois pelo teste de Dunn.

Os dados foram analisados por meio do programa estatístico SPSS 23.0 (IBM, Armonk, NY, USA) considerando o $\alpha \leq 0.05$.

Artigo em Inglês

Ex vivo evaluation of XP Endo Finisher in final irrigation protocols on the removal of smear layer from the root canal dentin.

ABSTRACT

Introduction: The objective of this study was to evaluate the effectiveness of XP-Endo Finisher (XP) in the removal of smear layer in root canals, comparing different irrigation protocols. **Material and Methods:** Seventy-two one-rooted human teeth were randomly divided into 6 groups (n = 12). After instrumentation, the teeth were submitted to different final irrigation protocols varying the irrigant (EDTA and distilled water - DW) and the form of activation of the irrigant solution (File, passive ultrasonic irrigation - PUI and XP) in the groups: G1-Control, G2- Edta/File, G3-Edta / PUI, G4-Edta / XP, G5-DW / PUI and G6-DW / XP. Smear layer removal quality scores were assessed in the apical, middle and cervical thirds using images obtained through scanning electron microscopy (SEM). Data were analyzed using the Kruskal-Wallis tests, followed by Dunn's multiple comparison test ($\alpha = 5\%$). **Results:** The EDTA groups revealed the lowest scores in the three thirds evaluated ($p < 0.05$), and it was not possible to show a significant difference between them ($p > 0.05$). **Conclusion:** The use of the XP-Endo Finisher file was not able to increase the efficiency of the EDTA in the removal of smear layer in root canals.

Introduction

The cleaning and disinfection of the root canal system are the main components for successful endodontic treatment (1). Cleaning is directly influenced by the proper removal of the smear layer. In order to ensure cleanliness in areas that have not been subjected to mechanical instrumentation, irrigation procedure become essential (2). For effective action, irrigation solutions must have direct contact with the entire wall of the root canal (3). In the conventional irrigation method, with syringe and needle, the fluid exchange extends only between 0-1.1mm beyond the tip of the needle (4). This method is insufficient for the complete cleaning of the root canal system (lateral, isthmus and accessory canals), and, in addition, trapped air in the apical third can hinder the irrigant's action and affect its effectiveness in debridement (5, 6).

In order to overcome the limitations of conventional irrigation and potentiate the effect of the chemical action of the irrigation solutions, different devices and techniques have been proposed. Among them, the agitation of irrigants through endodontic files, sonic, ultrasonic or laser devices has been associated with improvement in cleaning and disinfection of the root canal system (1,7,8). There is

evidence that agitation through endodontic files may be effective. However, it presents a increased risk of apical extrusion and cutting of the root dentin by the use of files (9). Passive ultrasonic irrigation (PUI) consists of the activation of the solution using fine-gauge instruments with ultrasonic oscillation after root canal instrumentation (10,11). PUI has been considered more effective than conventional irrigation and with manual agitation (1). However, it is limited to canals with more complex anatomies given that the direct physical contact of the instrument with the walls of the root canal, reducing the cleaning potential of the PUI (10,12).

Recently, a new rotatory nickel-titanium file produced with a highly flexible Martensite-Austenite alloy (Electropolish-FleX), named XP-Endo Finisher (XP-FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) was developed. When cooled, the file is straight (Martensitic phase) and when in contact with body temperature changes, it IS shaped to the austenitic phase, where the instrument expands in the last 10 mm, allowing an expansion of 6 mm in diameter or 100 times a file of corresponding size. According to the manufacturer, this feature helps to remove the smear layer present in the root canal, even in canals with extremely complex morphologies (13,14).

The objective of this study was to compare the efficacy of different EDTA activation techniques or distilled water with a manual endodontic file, PUI and XP, after mechanical and chemical instrumentation, in order to evaluate the efficacy of XP for smear

layer removal. The null hypothesis was that there would be no difference in the removal of the smear layer between the different protocols tested.

Material and Methods

Selection of the specimens and instrumentation

The Research Ethics Committee approved this study (Approval number: CAAE 57876616.1.0000.5084). Seventy-two mandibular incisors and one-rooted canines extracted from humans were used. The organic material was removed from the root surface with curettes. The teeth were stored in 0.1% thymol at 4°C and subsequently radiographed in the mesio-distal direction. Excluded were those with internal resorption, curved roots, diffuse or localized calcification of the root canal, endodontic treatment and root length less than 13 mm.

The selected teeth were sectioned at the cemento-enamel junction, leaving the specimens with an average length of 13 mm. Longitudinal orientation grooves were made on the external root surface with diamond disk (Vortex, São Paulo, SP, Brazil), to facilitate subsequent root cleavage. The root apex was sealed with utility wax (NewWax, Rio de Janeiro, RJ, Brazil), to prevent leakage of irrigating solution.

Next, the specimens were fixed with dense condensation silicone (Clonage, DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brazil) and included in the center of a metal muffle. Root canal preparation was performed through WaveOne files (VDW, Munich, Germany), with file selection according to the root canal diameter. The files were driven under reciprocating movement, using VDW Gold engine in Waveone All mode (VDW, Munich, Germany). The working length was determined at 1 mm short of the apical foramen. The canals were irrigated with 5 mL of 2.5% sodium hypochlorite (NaOCl) during instrumentation. Irrigation was performed 2 mm short of the working length (CT) using 30G needles with side and apical opening (Navitip, Ultradent, South Jordan, UT, USA) attached to the luer lock type disposable syringe, followed by aspiration with suction cannulae.

Irrigant activation protocols

After instrumentation and drying of the root canals with absorbent paper tips (WaveOne, Dentsply Maillefer), the teeth were randomly allocated into five experimental groups and one control group (n=12 specimens/group). For the control group, no final irrigation procedure was performed, and the specimens were only instrumented and dried. The other groups were submitted to the final irrigation changing the irrigant solution (EDTA to 17% - Biodinâmica, Ibiporã, Paraná, Brazil, or distilled water - DW) and the irrigant activation technique (manual agitation, PUI or XP).

- Manual irrigation agitation: The solutions were taken to the root canal with the aid of 30G needles, located 1 mm short of the WL. Manual file agitation was performed with K-File # 20 (Dentsply, Maillefer, Bellaigues, Switzerland) for 3 minutes with up and down movements, avoiding touching the walls of the root canal. The root canals were irrigated with 2.5 mL EDTA solution before and after agitation with the file.
- *PUI*: It was performed with a 21 mm IrriSafe™ instrument (IrriSafe™ # 20, taper 00 - IrriSafe, Acteon, Merignac, France), driven by an EMS PM100 ultrasound unit (EMS Company, Nyon, Switzerland). The file was introduced 2 mm short of CT with upward and downward movements, without touching the dentin walls, applied for 20s, with irrigant according to the group. The solution was aspirated and the protocol repeated for two more times, totaling the use of 5 mL of the solution, during an activation time of 60s, divided into three cycles of 20s.
- *XP*: The XP instrument was coupled to a contra-angle dental handpiece (VDW GmbH) and cooled (Endo-Frost; Roeko, Lanhenau, Germany), as recommended by the manufacturer. The root canal was filled with 1 mL of the irrigant according to the group. The XP was inserted and activated, in slow longitudinal movements, into the root canal (800 rpm, 1 Ncm torque) for 60s

until reach the WL. The instrument was removed and the root canal was irrigated with 4 mL of the irrigation solution.

After the final irrigation protocols, irrigation solutions were aspirated using capillary tips (Ultradent São Paulo, Brazil) and the root canals dried with absorbent paper tips. Subsequently, the specimens were stored in Eppendorf tubes.

SEM Analyses

The teeth were submitted to cleavage in two sections through a chisel inserted in the longitudinal grooves previously made (SS White Duflex, Rio de Janeiro, Brazil). For each sample, one section was randomly selected and the other was discarded. Each specimen was coated with gold (Desk II, Denton Vaccum, Morrestawn, NJ, USA) and evaluated by scanning electron microscope (JSM5410, Jeol Ltd., Tokyo, Japan). For the smear layer evaluation, representative electromyograms of the apical, middle and cervical thirds of each specimen were performed with 1000x magnification.

The electromyograms were analyzed by two blind examiners, previously calibrated and evaluated by the intra and inter-examiner Kappa test (agreement degree was adequate, ranging from 0.679 to 1). The presence of smear layer was evaluated according to the scores recommended by Da Silva et al. (2008) (15) and Nelson-Filho et al. (2009) (16):

- Score 0 - Free surface of debris and openings of fully exposed dentin tubules;
- Score 1 - root surface partially covered with debris;
- Score 2 - Root surface completely covered with debris, without opening of the visible dentinal tubules.

Statistical Analysis

Smear layer removal scores in the experimental groups were analyzed in each third through the Kruskal-Wallis non-parametric test, followed by two-by-two comparison analysis through the Dunn test.

For statistical analysis ($\alpha \leq 0.05$), the data were imported to the statistical software SPSS 23.0 (IBM, Armonk, NY, USA)

Results

The smear layer scores of the different groups are presented in Table 1.

The figure 1 shows the percentage values for each score between the groups. Figure 2 shows representative electromyography of each group, in the cervical, middle and apical thirds.

EDTA/File, EDTA/PUI and EDTA/XP revealed significantly lower scores than the other groups ($p < 0.05$) in all thirds evaluated,

with no significant difference between them ($p > 0, 05$). The groups that used distilled water as an irrigant did not present a significant difference, compared to the control group in none of the thirds ($p > 0.05$).

Discussion

In this study, the effectiveness of XP-Endo Finisher for the removal of the smear layer in root canals after biomechanical preparation was compared with different irrigation protocols using SEM. SEM is a valuable tool to evaluate root canal wall cleanliness, since it allows evaluation based on a system of numerical evaluation scores of the smear layer (17, 18).

Given its bactericidal effect, sodium hypochlorite (NaOCl) is the most used irrigation solution in endodontics. However, it is ineffective in the removal of the smear layer (19). Thus, EDTA has been recommended (2) and subjected to different studies to evaluate the efficiency of different concentrations and activation methods. Generally, EDTA is considered as an effective solution in the removal of the smear layer in the final irrigation (20-22).

Currently, the use of the XP instrument is one of the alternatives to potentiate the effect of irrigation solutions. The XP instrument has been shown to be more efficient than conventional manual file agitation (13) and PUI (23) for removing the smear layer. However, in the present study no difference was found between

conventional file, PUI and XP for EDTA agitation. The divergence between the results can be explained by methodological differences. Elnaghy et al. (2017) obtained significantly better results in the removal of the smear layer in curved root canals with the use of EDTA activated by XP compared to manual agitation with conventional hand file, both used for 60s, but the authors did not standardize the volume of solution used. In the present study, the use of manual agitation and XP produced similar results in the removal of smear layer in straight canals, with EDTA agitated with endodontic hand file for 3 minutes, as recommended by Yamashita et al. (2003), and XP usage for 1 minute, as recommended by the manufacturer. In addition, the volume of the irrigating solution was standardized (5 mL), since it has been demonstrated that the amount of irrigant and the use of a chelating agent are more important for the removal of the smear layer than the design of the instrument used to activate the irrigant (25).

Sanabria-Liviac et al. (2017) used a protocol that alternated irrigation solution and activation mode: 2 mL of NaOCl, 2 mL of DW and 2 mL of EDTA, activated for 60s using PUI and XP, totaling 3 minutes of activation for each method. In the present study, the PUI was performed for 60s (3 periods of 20s), with EDTA solution renewal between the activations, a protocol advocated to produce a cumulative effect on the elimination of the smear layer (26).

Removal of the smear layer through the use of PUI is due to the impact of the wave produced against the walls of the root canal,

the result of the energy of a freely oscillating instrument that is transmitted to the irrigant inside the root canal. This energy results in acoustic flow, change in hydrostatic pressure, as well as the production of bubbles that explode and increase the temperature and pressure (27). Studies have argued that the direct physical contact of the instrument with the walls of the root canal reduces acoustic flow, thus reducing the effects of PUI (10, 12). Thus, the short periods of activation are important for the success of PUI, since they facilitate the maintenance of the ultrasound tip in the center of the canal, preventing its contact with the dentin wall, which justifies the choice of the PUI protocol used in the present study.

The results of this study are in agreement with previous studies (5,28), which demonstrated that the most effective protocol for the elimination of the smear layer may be related to the use of the final irrigation with EDTA solution. Without EDTA, the smear layer was found to cover the root canal surface in the apical, middle and cervical thirds, regardless of the use of activation methods. Similarly, Sanabria-Liviac et al. (2017) did not obtain the removal of the smear layer in the groups that used PUI and XP without EDTA, demonstrating that irrigation with NaOCl alone or distilled water was not effective in the removal of smear layer from root canals.

XP has proved to be an efficient instrument for agitation of irrigation solutions. It can be explained by the small diameter of the instrument (ISO 25, taper zero), which is made with a highly flexible nickel-titanium alloying to maintain fatigue resistance. In addition, the

turbulence that is provoked in the irrigant results in a large surface area of the canal being touched by the irrigating solution, which potentiates a greater cleaning of the root canals (29). In the present study, straight canals were used, in which XP presented similar results to PUI and manual agitation with a file to remove the smear layer. However, other studies have demonstrated that XP presents significant results in canals with more complex anatomies as a coadjuvant in the removal of obturator materials (30), and has been associated with lower levels of accumulated debris compared to conventional irrigation (14).

In conclusion, the use of the XP-Endo Finisher instrument was not able to increase the efficiency of the EDTA in the removal of smear layer in straight root canals when compared with protocols through PUI and manual agitation with endodontic hand file.

REFERENCES

1. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, et al. Irrigation in endodontics. *Dental clinics of North America* 2010;54(2):291-312.
2. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *Journal of endodontics* 1975;1(7):238-242.
3. Zehnder M. Root canal irrigants. *Journal of endodontics* 2006;32(5):389-398.
4. Munoz HR, Camacho-Cuadra K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *Journal of endodontics* 2012;38(4):445-448.
5. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, et al. Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *Journal of endodontics* 2013;39(11):1456-1460.
6. Tay FR, Gu LS, Schoeffel GJ, et al. Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *Journal of endodontics* 2010;36(4):745-750.
7. Khalap ND, Kokate S, Hegde V. Ultrasonic versus sonic activation of the final irrigant in root canals instrumented with rotary/reciprocating files: An in-vitro scanning electron microscopy analysis. *Journal of conservative dentistry : JCD* 2016;19(4):368-372.
8. Urban K, Donnermeyer D, Schafer E, et al. Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEM evaluation. *Clinical oral investigations* 2017.

9. Gulabivala K, Ng YL, Gilbertson M, et al. The fluid mechanics of root canal irrigation. *Physiological measurement* 2010;31(12):R49-84.
10. Ahmad M, Pitt Ford TJ, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *Journal of endodontics* 1987;13(10):490-499.
11. van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine debris from root canals in resin blocks during ultrasonic irrigation. *International endodontic journal* 2005;38(9):593-596.
12. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *Journal of endodontics* 1987;13(3):93-101.
13. Elnaghy AM, Mandorah A, Elsaka SE. Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontology* 2017;105(2):178-183.
14. Leoni GB, Versiani MA, Silva-Sousa YT, et al. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. *International endodontic journal* 2017;50(4):398-406.
15. da Silva LA, Sanguino AC, Rocha CT, et al. Scanning electron microscopic preliminary study of the efficacy of SmearClear and EDTA for smear layer removal after root canal instrumentation in permanent teeth. *Journal of endodontics* 2008;34(12):1541-1544.

16. Nelson-Filho P, Leite Gde A, Fernandes PM, et al. Efficacy of SmearClear and ethylenediaminetetraacetic acid for smear layer removal in primary teeth. *Journal of dentistry for children* 2009;76(1):74-77.
17. Kamel WH, Kataia EM. Comparison of the efficacy of Smear Clear with and without a canal brush in smear layer and debris removal from instrumented root canal using WaveOne versus ProTaper: a scanning electron microscopic study. *Journal of endodontics* 2014;40(3):446-450.
18. Yang G, Wu H, Zheng Y, et al. Scanning electron microscopic evaluation of debris and smear layer remaining following use of ProTaper and Hero Shaper instruments in combination with NaOCl and EDTA irrigation. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 2008;106(4):e63-71.
19. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, et al. A new solution for the removal of the smear layer. *Journal of endodontics* 2003;29(3):170-175.
20. da Costa Lima GA, Aguiar CM, Camara AC, et al. Comparison of smear layer removal using the Nd:YAG laser, ultrasound, ProTaper Universal system, and CanalBrush methods: an in vitro study. *Journal of endodontics* 2015;41(3):400-404.
21. Garip Y, Sazak H, Gunday M, et al. Evaluation of smear layer removal after use of a canal brush: an SEM study. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 2010;110(2):e62-66.
22. Rodig T, Dollmann S, Konietschke F, et al. Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. *Journal of endodontics* 2010;36(12):1983-1987.

23. Sanabria-Liviác D, Moldauer BI, Garcia-Godoy F, et al. Comparison of the XP-endo finisher File system and Passive Ultrasonic Irrigation (PUI) on smear layer removal after root canal instrumentation effectiveness of two Irrigation methods on smear Layer removal. *Journal of Dentistry and Oral Health* 2017;4:1-7.
24. Yamashita JC, Tanomaru Filho M, Leonardo MR, et al. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant. *International endodontic journal* 2003;36(6):391-394.
25. Chopra S, Murray PE, Namerow KN. A scanning electron microscopic evaluation of the effectiveness of the F-file versus ultrasonic activation of a K-file to remove smear layer. *Journal of endodontics* 2008;34(10):1243-1245.
26. van der Sluis LW, Vogels MP, Verhaagen B, et al. Study on the influence of refreshment/activation cycles and irrigants on mechanical cleaning efficiency during ultrasonic activation of the irrigant. *Journal of endodontics* 2010;36(4):737-740.
27. Castagna F, Rizzon P, da Rosa RA, et al. Effect of passive ultrasonic instrumentation as a final irrigation protocol on debris and smear layer removal--a SEM analysis. *Microscopy research and technique* 2013;76(5):496-502.
28. Khedmat S, Shokouhinejad N. Comparison of the efficacy of three chelating agents in smear layer removal. *Journal of endodontics* 2008;34(5):599-602.
29. FKG. XP-Endo Finisher Technical Guide. In: Switzerland: FKG, La Chaux-de-Fonds,. 2015.
30. Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JC, et al. Removal of Root Canal Fillings in Curved Canals Using Either Reciprocating Single- or Rotary Multi-

instrument Systems and a Supplementary Step with the XP-Endo Finisher.
Journal of endodontics 2016;42(7):1114-1119.

Table 1. Mean ranks of the scores of the groups.

Thirds	Groups					
	Control	File	EDTA PUI	XP	DW PUI	XP
Cervical	1.5 (44,25)	0 (25,92) ^{a*}	0 (21,75) ^{a*}	0 (29,25) ^{a*}	2 (50,00) ^b	1.5 (44,25) ^b
Middle	1.5 (47,00)	0 (22,50) ^{a*}	0 (24,25) ^{a*}	0 (24,25) ^{a*}	2 (51,10) ^o	2 (46,50) ^o
Apical	2 (49,58)	0 (18,38) ^{a*}	0.5 (25,63) ^{a*}	0 (23,83) ^{a*}	2 (43,70) ^o	2 (53,25) ^o

Different horizontal letters = significant statistical difference ($p < 0.05$).

* Significant difference compared to the control group ($p < 0.05$).

Figure 1. Percentage values for each score in the groups according to the evaluated thirds.

Figure 2. Representative Electromicrographs (1000x) of the cervical (C), middle (M) and apical (A) thirds that present root surfaces of control and experimental groups: EDTA/File, EDTA/PUI, EDTA/XP, DW/PUI and DW/XP.

Normas da Revista

NORMAS DA REVISTA: JOURNAL OF ENDODONTIC

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

The *Journal of Endodontics* is owned by the American Association of Endodontists. Submitted manuscripts must pertain to endodontics and may be original research (eg, clinical trials, basic science related to the biological aspects of endodontics, basic science related to endodontic techniques, case reports, or review articles related to the scientific or applied aspects of endodontics). Clinical studies using CONSORT methods (<http://www.consort-statement.org/consort-statement/>) or systematic reviews using meta-analyses are particularly encouraged. Authors of potential review articles are encouraged to first contact the Editor during their preliminary development via e-mail at *JEndodontics@UTHSCSA.edu*. Manuscripts submitted for publication must be submitted solely to *JOE*. They must not be submitted for consideration elsewhere or be published elsewhere.

Essential title page information

- ***Title.*** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- ***Author names and affiliations.*** Please clearly indicate the given

name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower- case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

- ***Corresponding author.*** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**

- ***Present/permanent address.*** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Structured abstract

A structured abstract, by means of appropriate headings, should provide the context or background for the research and should state its purpose, basic procedures (selection of study subjects or laboratory animals, observational and analytical methods), main findings (giving specific effect sizes and their statistical significance, if possible), and principal conclusions. It should emphasize new and important aspects of the study or observations.

Abstract Headings

Introduction, Methods, Results, Conclusions

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

The authors deny any conflicts of interest related to this study.

Original Research Article Guidelines

Title Page

The title describes the major emphasis of the paper. It must be as short as possible without loss of clarity. Avoid abbreviations in the title because this may lead to imprecise coding by electronic citation programs such as PubMed (eg, use sodium hypochlorite rather than NaOCl). The author list must conform to published standards on authorship (see authorship criteria in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals at www.icmje.org).

Include the manuscript title; the names and affiliations of all authors; and the name, affiliation, and full mailing address (including e-mail) of the corresponding author. This author will be responsible for proofreading page proofs and ordering reprints when applicable. Also highlight the contribution of each author in the cover letter.

Abstract

The Abstract concisely describes the purpose of the study in 250 or fewer words. It must be organized into sections: Introduction, Methods, Results, and Conclusions. The hypothesis is described in the Abstract Introduction. The Abstract describes the new contributions made by this study. The Abstract word limitation and its wide distribution (eg, PubMed) make it challenging to write clearly. This section is written last by many authors. Write the abstract in past tense because the study has been completed. Provide 3-5 keywords.

Introduction

The introduction briefly reviews the pertinent literature in order to identify the gap in knowledge that the study is intended to address and the limitations of previous studies in the area. Clearly describe the purpose of the study, the tested hypothesis, and its scope. Many successful manuscripts require no more than a few paragraphs to accomplish these goals; therefore, do not perform extensive literature review or discuss the results of the study in this section.

Materials and Methods

The Materials and Methods section is intended to permit other

investigators to repeat your experiments. There are 4 components to this section: (1) detailed description of the materials used and their components, (2) experimental design, (3) procedures employed, and (4) statistical tests used to analyze the results. Most manuscripts should cite prior studies that used similar methods and succinctly describe the essential aspects used in the present study. A "methods figure" will be rejected unless the procedure is novel and requires an illustration for comprehension. If the method is novel, then you must carefully describe the method and include validation experiments. If the study used a commercial product, the manuscript must either state that you followed manufacturer's protocol or specify any changes made to the protocol. If the study used an *in vitro* model to simulate a clinical outcome, describe either experiments made to validate the model or previous literature that proved the clinical relevance of the model. The statistical analysis section must describe which tests were used to analyze which dependent measures; *P* values must be specified. Additional details may include randomization scheme, stratification (if any), power analysis as a basis for sample size computation, dropouts from clinical trials, the effects of important confounding variables, and bivariate versus multivariate analysis.

Results

Only experimental results are appropriate in this section; do not include methods, discussion, or conclusions. Include only those data that are critical for the study, as defined by the aim(s). Do not include all available data without justification; any repetitive findings will be

rejected from publication. All Figures, Charts, and Tables must be cited in the text in numerical order and include a brief description of the major findings. Consider using Supplemental Figures, Tables, or Video clips that will be published online. Supplemental material often is used to provide additional information or control experiments that support the results section (eg, microarray data).

Figures

There are 2 general types of figures: type 1 includes photographs, radiographs, or micrographs; type 2 includes graphs. *Type 1:* Include only essential figures and use composite figures containing several panels of photographs, if possible. Each panel must be clearly identified with a letter (eg, A, B, C), and the parts must be defined in the figure legend. A figure that contains many panels counts as 1 figure. *Type 2:* Graphs (ie, line drawings including bar graphs) that plot a dependent measure (on the Y axis) as a function of an independent measure (usually plotted on the X axis). One example is a graph depicting pain scores over time. Use graphs when the overall trend of the results is more important than the exact numeric values of the results. A graph is a convenient way to report that an ibuprofen-treated group reported less pain than a placebo-treated group over the first 24 hours, but pain reported was the same for both groups over the next 96 hours. In this case, the trend of the results is the primary finding; the actual pain scores are not as critical as the relative differences between the NSAID and placebo groups.

Tables

Tables are appropriate when it is critical to present exact numeric values; however, not all results need be placed in either a table or figure. Instead of a simple table, the results could state that there was no inhibition of growth from 0.001%-0.03% NaOCl, and a 100% inhibition of growth from 0.03%-3% NaOCl (N=5/group). If the results are not significant, then it is probably not necessary to include the results in either a table or as a figure.

Acknowledgments

All authors must affirm that they have no financial affiliation (eg, employment, direct payment, stock holdings, retainers, consultancies, patent licensing arrangements, or honoraria), or involvement with any commercial organization with direct financial interest in the subject or materials discussed in this manuscript, nor have any such arrangements existed in the past 3 years. Disclose any potential conflict of interest. Append a paragraph to the manuscript that fully discloses any financial or other interest that poses a conflict. Disclose all sources and attribute all grants, contracts, or donations that funded the study. Specific wording: "The authors deny any conflicts of interest related to this study."

References

The reference style can be learned from reading past issues of *JOE*. References are numbered in order of citation. Place text citation of the reference Arabic number in parentheses at the end of a sentence or

at the end of a clause that requires a literature citation. Do not use superscript for references. Original reports are limited to 35 references. There are no limits in the number of references for review articles.

Basic Research—Technology

Focus primarily on research related to techniques and materials used, or on potential clinical use, in endodontics. Word limit: 2500. Headings: Abstract, Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments. Maximum number of figures: 3. Maximum number of tables: 3.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

A detailed guide on electronic artwork is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution

requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi. TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF) or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) in addition to color reproduction in print. Further information on the preparation of electronic artwork.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not allowed in the reference list, but they may be mentioned in the text. Citation of a reference as "in press" implies that the item has been accepted for publication.

Reference style

Text: Indicate references by Arabic numerals in parentheses,

numbered in the order in which they appear in the text. *List:* Number the references in the list in the order in which they appear in the text.

List 3 authors then et al.

Examples:

Journal article:

1. Van der Geer J, Hanraads JAJ, Lupton RA. The art of writing a scientific article. *J Sci Commun.* 2010;163:51–59.

Book:

2. Strunk W Jr, White EB. *The Elements of Style*, 4th ed. New York: Longman; 2000. Chapter in an edited book:
3. Mettam GR, Adams LB. How to prepare an electronic version of your article. In: Jones BS, Smith RZ, eds. *Introduction to the Electronic Age*. New York: E-Publishing; 2009:281–304.

Journal abbreviations source

Journal names are abbreviated according to Index Medicus.

Anexos



Anexo 1: Parecer Consubstanciado do CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação em Microscopia Eletrônica de Varredura de diferentes protocolos de limpeza final de canais radiculares: estudo in vitro.

Pesquisador: SANGELA MARIA DA SILVA PEREIRA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 57876616.1.0000.5084

Instituição Proponente: Centro Universitário do Maranhão - UniCEUMA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.681.773

Apresentação do Projeto:

O smear layer, camada formada pelas raspas de dentina produzidas com a ação de instrumentação associada à matéria orgânica correspondente aos restos de tecido pulpar, obstrui os túbulos dentinários e cobre a dentina intertubular, impedindo assim a penetração de soluções irrigantes, medicamentos e materiais obturadores no interior dos túbulos dentinários, e conseqüentemente, dificultando a vedação adequada do sistema de canais. Com isso, a remoção completa do smear layer é de fundamental importância para o sucesso do tratamento endodôntico. O presente trabalho tem por objetivo comparar os efeitos de diferentes protocolos de irrigação final, submetidos ou não a sistema mecânico de ativação, para a remoção do smear layer após preparo químico-mecânico de dentes humanos. Para isso, setenta e dois dentes extraídos, incisivos e caninos, serão instrumentados e distribuídos aleatoriamente em 6 grupos (n=12): grupo 1 = nenhum procedimento de remoção de smear layer (controle); grupo 2 = EDTA 17% e lima manual; grupo 3 = EDTA 17% e AUP; grupo 4 = Água destilada e AUP; grupo 5 = Água destilada e XP-Endo finisher; e grupo 6 = EDTA 17% e XP Endo finisher. Os espécimes serão submetidos ao processo padrão de análise em microscopia eletrônica de varredura,

que indicará da melhor para pior limpeza. Os dados serão analisados estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis, seguindo pelo teste de Dunn. Espera-se o estabelecimento de um protocolo de irrigação final que seja capaz de remover se forma mais eficaz o smear layer.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Comparar os efeitos de diferentes protocolos de irrigação final, submetidos ou não a sistema mecânico de ativação, para a remoção do smear layer, após preparo químico-mecânico de dentes humanos.

Objetivo Secundário:

Avaliar in vitro, por meio de microscopia eletrônica de varredura:- Os efeitos dos métodos que utilizaram ou não sistema mecânico para a remoção de smear layer no terços cervical, médio e apical, após preparo químico-mecânico.- Os efeitos de duas soluções irrigadoras, frente ao uso de irrigação ultrassônica passiva.- Os efeitos de duas soluções irrigadora, frente ao uso do XP-Endo finisher- Os efeitos do uso da solução irrigadora EDTA 17% sem agitação e frente a três sistemas mecânicos de remoção do smear layer.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Mínimos já que a pesquisa será um estudo in vitro

Benefícios:

A Elaboração de um novo protocolo de irrigação final de canais radiculares que contemple todas as características necessários para uma irrigação que leve a um maior número de sucesso no tratamento de canais radiculares

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta relevância científica, já que procura testar diferentes técnicas de controle de irrigação em canais submetidos a tratamento endodôntico. Apresenta uma metodologia estruturada na pesquisa científica e tem uma equipe competente na área.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos para análise ética foram apresentados e respondem as normas estabelecidas pela resolução 466/12

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

O PESQUISADOR DEVERÁ APRESENTAR A ESTE CEP, RELATÓRIO FINAL DA PESQUISA

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	A	Postagem	Aut	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_D ROJETO_602631.pdf	21/06/2016 11:52:42		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_anuencia.pdf	21/06/2016 11:52:17	SANGELA MARIA DA SILVA PEREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_de_doacao_de_dentes.pdf	21/06/2016 11:51:32	SANGELA MARIA DA SILVA PEREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Pedido_de_dispensa.pdf	21/06/2016 11:49:43	SANGELA MARIA DA SILVA PEREIRA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	21/06/2016 11:49:19	SANGELA MARIA DA SILVA PEREIRA	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	11/03/2016 00:15:54	SANGELA MARIA DA SILVA PEREIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	11/03/2016 00:09:45	SANGELA MARIA DA SILVA PEREIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO LUIS, 16 de Agosto de 2016

Assinado por:
Eduardo Durans Figuerêdo (Coordenador)

Anexo 2: Termo de doação de dentes

Universidade CEUMA – UniCEUMA

Pró-reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão

Programa de Pós-Graduação em Odontologia

TERMO DE DOAÇÃO DE DENTES

Ao Comitê de Ética em Pesquisa do Universidade CEUMA

Declaro que doei 72 (setenta e dois) dentes (incisivos e caninos) aos pesquisadores Etevaldo Matos Maia Filho e Sângela Maria da Silva Pereira, a fim de viabilizar a execução da pesquisa intitulada "Avaliação em Microscopia Eletrônica de Varredura de diferentes protocolos de limpeza final de canais radiculares: estudo in vitro". Igualmente declaro que estes dentes foram extraídos previamente ao meu conhecimento da pesquisa supracitada, por indicação clínica e independente da mesma, sendo armazenados em frasco único, o que impossibilita a identificação dos indivíduos dos quais os dentes foram extraídos.

São Luís, 14 de Junho de 2016

Alberto Sabin Moura Borba
CRO 3087
CPF 006.426.893-42
Avenida Odilio Costa Filho, 22^a – Anjo da Guarda, São Luís - MA

Anexo 3: Certificado de tradução do artigo

Declaração da tradução

Eu, Marlus da Silva Pedrosa RG: 3.007.551, SSP/PI, CPF: 045.659.193-11, afirmo ter realizado a tradução do português para o inglês do manuscrito científico intitulado “**Ex vivo evaluation of XP Endo Finisher in final irrigation protocols on the removal of smear layer from the root canal dentin**” desenvolvido pela acadêmica Sângela Maria da Silva Pereira do curso de pós-graduação em Odontologia Integrada da Universidade CEUMA – UNICEUMA.

Teresina, 12 de agosto de 2017



Marlus da Silva Pedrosa

English as a Second Language, Southern Illinois University Carbondale – CSUN,
Carbondale, IL, EUA

English For Academic Purposes, California State University, CSUN, Los Angeles, CA, EUA.

